

PROGRAMA INFANTES Y SALUD AMBIENTAL CON UN ENFOQUE ECOSISTÉMICO (ISA)

**Proyecto: Un análisis holístico de la sostenibilidad de sistemas de
producción de banano y plátano con énfasis en la exposición a
plaguicidas y su relación con el neuro-desarrollo de bebés de 0 a 2 años**

INFORME TÉCNICO FINAL RESUMEN EJECUTIVO

Número del Proyecto IDRC: 105296-001



Escrito por: Berna van Wendel de Joode, Rosario Quesada

Periodo cubierto por el informe abril 2009- abril 2013

Fecha de presentación: mayo 2013

País / Región: América Latina y el Caribe

Universidad Nacional, IRET-UNA, Heredia, Costa Rica.

Foto: Claudia Hernández

CONTEXTO, VISIÓN, MISIÓN, OBJETIVOS ESTRATÉGICOS Y RESULTADOS ESPERADOS DE INFANTES Y SALUD AMBIENTAL (ISA)

El proyecto “La exposición a plaguicidas y su relación con el neurodesarrollo de bebés de 0 a 2 años: un análisis integrado de la sostenibilidad de sistemas de producción de banano y plátano” denominado **Infantes y Salud ambiental (ISA)** parte de la necesidad de evaluar y mejorar la sostenibilidad de sistemas de producción de banano y plátano, usando un Enfoque Ecosistémico en salud humana, en particular con respecto a la exposición a plaguicidas y el neurodesarrollo de bebés de 0 a 2 años. Lo anterior, conociendo que en el cultivo de banano, las poblaciones que habitan en áreas cercanas a los campos de cultivo se ven continuamente expuestas a estos productos (Castillo et al., 2000^a; Barraza, 2009).

Los plaguicidas son uno de los principales problemas ambientales no solo en Costa Rica sino también en muchos países en vías de desarrollo. A nivel mundial Costa Rica es el segundo exportador más grande de bananos, después de Ecuador (Corbana, 2013). Este cultivo depende principalmente del uso de plaguicidas, más que 2 millones de kilogramos de plaguicidas son aplicados en 40 mil hectáreas de plantaciones de banano (Bravo et al. 2012; CORBANA 2013). El uso incluye aplicaciones frecuentes de cócteles de fungicidas y aplicaciones manuales de nematocidas altamente tóxicos directamente al suelo, mientras las bolsas que cubren los bananos y plátanos están impregnadas del organofosforado clorpirifos. En la provincia de Limón se cultiva un 99% de la producción de banano al nivel nacional, y la mayoría de la producción de plátano (Sánchez and Zuñiga, 2004). En comunidades indígenas que cultivan en pequeñas parcelas, cada vez es más común el uso de plaguicidas altamente tóxicos (Polidoro et al., 2008; Fieten et al., 2009).

Por otra parte, poco se sabe acerca de las posiciones de actores sociales sobre propuestas frente a la reducción de riesgo. Además, estudios convencionales no se relacionan al análisis de la percepción del riesgo a plaguicidas en el proceso natural del trabajo, estrategias de producción, estrategias de subsistencia, género, acceso a recursos, y acciones de las agencias del estado en campos de salud, agricultura y ambiente.

Durante la última década el modelo de agricultura convencional con altos insumos de químicos se ha convertido en objeto de examen en todo el mundo, tanto para países desarrollados como para países en vías de desarrollo. La investigación sobre alternativas al uso de plaguicidas es una disciplina relativamente nueva y cada vez más importante dentro de las ciencias agrícolas. Los métodos de control alternativa de plagas dependen del cultivo y de su entorno. Por lo tanto, el desarrollo de métodos alternativos es un reto continuo, y sujeto a cambios (Altieri, 1997; Arauz, 1998; Chaverri, 2002).

Este contexto de salud, social y económico llevó al equipo ISA a plantearse la siguiente visión y misión.

VISIÓN

“Los y las habitantes de la región Huetar Atlántica tienen mejor calidad de vida, en particular la población infantil, y se exponen menos a los riesgos asociados al uso de plaguicidas sobre la salud humana y el medio ambiente”

MISIÓN

"Mejorar la salud de los y las habitantes de la región Huetar Atlántica a través del análisis de impacto de los plaguicidas en la población infantil dentro de su contexto social, de forma participativa y respetando los principios ambientales, de equidad y de género, y promover la implementación de alternativas al uso de plaguicidas".

OBJETIVO GENERAL

Evaluar y mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción de banano y plátano usando un enfoque ecosistémico, con énfasis en la exposición a plaguicidas y el neurodesarrollo infantil.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Entender el contexto socio-económico y ecológico de actuales sistemas de producción del banano y plátano, cómo este contexto se relaciona con el uso de, y la exposición a plaguicidas, y cómo diferentes actores sociales perciben los riesgos y las estrategias para reducir los riesgos;
2. Obtener conocimiento sobre rutas de exposición a plaguicidas y sus niveles en mujeres embarazadas quienes forman parte de sistemas de producción del banano y plátano, y entender cómo exposiciones prenatales a plaguicidas afectan el neurodesarrollo de sus recién nacidos;
3. Lograr una reducción del uso de plaguicidas y de la exposición en comunidades con diferentes sistemas de producción del banano y plátano poniendo a prueba diferentes estrategias para reducir los riesgos y fortaleciendo los conocimientos a nivel local y nacional para asegurarse que el conocimiento colectivo y actividades para reducir riesgos producen un impacto apropiado en las políticas nacionales;
4. Reforzar la capacidad para hacer investigaciones con un enfoque ecosistémico en Costa Rica dentro del contexto de un grupo de investigadores que colaboran a un nivel internacional.

PRINCIPALES RESULTADOS CIENTÍFICOS

OBJETIVO 1

ENTENDER EL CONTEXTO SOCIO-ECONÓMICO Y ECOLÓGICO DE ACTUALES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL BANANO Y PLÁTANO, CÓMO ESTE CONTEXTO SE RELACIONA CON EL USO DE, Y LA EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS, Y CÓMO DIFERENTES ACTORES SOCIALES PERCIBEN LOS RIESGOS Y LAS ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LOS RIEGOS

Se profundizó y se amplió el análisis de la percepción de riesgos al uso y exposición de plaguicidas. Tanto en Talamanca, Matina como Siquirres, se ha trabajado fuertemente la percepción que diferentes actores sociales tienen sobre el riesgo de los plaguicidas.

En Talamanca El estudio sobre *“El uso de pesticidas en la producción de banano y plátano y la percepción del riesgo entre actores locales en Talamanca”* (Barraza et al; 2011) indica que:

a) El monocultivo a gran escala se percibe como uno de los problemas más importantes que conducen a los riesgos por el uso de plaguicidas en Talamanca en las plantaciones de banano, y también de productores de plátanos que se extienden en grandes áreas; b) Los agricultores de plátano han adoptado el uso de plaguicidas altamente tóxicos después de la producción de banano, pero en condiciones de extrema pobreza; c) Las consideraciones económicas fueron las más mencionadas como la razón de fondo para el uso de plaguicidas: las necesidades económicas que tienen los productores para obtener la cantidad de producción y la calidad, y por otra parte la presión para usar los plaguicidas por otros agentes económicos como los intermediarios; d) La fumigación aérea realizada en las plantaciones de banano fue considerada por la mayoría de actores sociales como un determinante importante de exposición para la población que vive cerca de estas plantaciones; e) En general los productores de plátano indígenas y trabajadores de las plantaciones tenían un conocimiento general de los plaguicidas usados, pero poco sobre los efectos agudos en la salud, y casi nada en las vías de exposición y las vías, y los efectos crónicos; f) Las percepciones de riesgo fueron moduladas por factores tales como las tareas de las personas en el proceso de producción, el género.

El estudio de Social movements and risk perception: Unions, Churches, Pesticides and Bananas in Costa Rica, ha generado importante conocimiento sobre: a) **El análisis científico sobre el riesgo de los plaguicidas, no es la única fuerza que da forma a las percepciones de riesgo de los plaguicidas en la sociedad. Los movimientos sociales influyen en la prioridad que se da a los riesgos** particulares; b) El Foro Emaús (una coalición de la sociedad civil y de actores en Costa Rica) como un movimiento social más amplio reformuló la percepción del riesgo de las personas y de otras organizaciones. Este Foro fue capaz de poner los problemas de la población local en la agenda nacional; c) el legado del Foro Emaús permanece en la zona del Caribe de Costa Rica. Su aparición y el crecimiento dependía de una combinación de factores: la presencia y el activismo de algunos líderes carismáticos y población que había experimentado individualmente los efectos en la salud de debido a algunos plaguicidas, la estructura y condiciones de un movimiento progresista en la Iglesia Católica, la

expansión de un sector de los cultivos de exportación con un fuerte aumento en el uso de plaguicidas, un sindicato en vías de luchas laborales, y el apoyo de organizaciones internacionales.

Se cuenta con una caracterización social y económica de las comunidades de los Cantones de Talamanca (Carranza, 2012, Wentink 2012), esta caracterización confirma los hallazgos de Barraza et al. (2011), que **“las consideraciones económicas son el motivo principal para los productores utilizar las bolsas tratadas con clorpirifos”**. Ellos muestran, sin embargo, también interés en aprender acerca de las alternativas, y probar el funcionamiento de alternativas ellos mismos.

En el territorio indígena existe un monopolio de los intermediarios en el comercio del plátano, quienes pagan precios inferiores, generalmente la mitad, para plátano sin embolsar. El único tipo de bolsa que se venden en los almacenes de plaguicidas, son las bolsas tratadas con clorpirifos. Las personas que efectivamente están en contacto con las bolsas, los trabajadores contratados, perciben que tienen que colocar las bolsas porque es parte de su trabajo y que casi no existen otras opciones de trabajo. Los resultados de las entrevistas de las percepciones sobre las alternativas a las bolsas tratadas con clorpirifos de Wentink (2012) sugieren que la incertidumbre económica hace que los productores sean críticos acerca de las alternativas. Ellos muestran, sin embargo, también interés en aprender acerca de las alternativas, y probar alternativas ellos mismos.

Carranza (2012) determinó que en el territorio indígena Bribri-Cabécar se usan 268000 unidades de bolsas que corresponden a 5.9 toneladas de plástico tratado con insecticidas por mes, del cual solamente 1.7 toneladas son recolectadas en la actualidad. Aparte del problema de contaminación por plaguicidas que forma el uso de las bolsas, además existe la contaminación ambiental por desechos plásticos.

Actividades vinculadas con este objetivo han complementado la comprensión de cómo el contexto socioeconómico y ecológico se relaciona con el uso de, y la exposición a plaguicidas. Muestra de ello es el trabajo que se ha realizado con actores comunitarios:

En el cantón de Matina, el trabajo en la comunidad de 4 Millas a través del curso para líderes con Enfoque Ecosalud desarrollado por la Comunidad de Práctica sobre el Enfoque Ecosistémico en Salud Humana en América Latina y el Caribe (CoPEH-LAC; www.una.ac.cr/copehlac) y el desarrollo de la tesis *“Evaluación de la calidad de agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón”* ha permitido conocer más de cerca la realidad, la historia y los problemas a los que se enfrentan los miembros de esta comunidad. Los resultados del estudio ambiental ejecutado como parte del segundo objetivo del proyecto, demuestra que el aire de esta comunidad está contaminado con múltiples plaguicidas usados en las fincas bananeras cercanas. Miembros de la Asociación de Desarrollo, del Comité de Deportes, Comité de Emergencias, de la Iglesia, participaron del curso en Ecosalud, a través de los cuales se ha logrado un acercamiento con la comunidad y una colaboración participativa.

Por otro lado, el trabajo con las Asociaciones Administradoras de Acueductos Rurales (ASADAS), le ha permitido conocer a los investigadores del proyecto cuáles son los grupos organizados de las comunidades de Matina, con los cuáles se podría trabajar en la difusión, divulgación del tema de plaguicidas.

El trabajo que hemos realizado en el contexto del proyecto con los Asistentes Técnicos de Atención Primaria en Salud (ATAPS) (de la Caja Costarricense de Seguro Social de Talamanca), **ha permitido conocer más de cerca**

comportamientos y conocimientos que tienen las comunidades sobre el uso de plaguicidas y planificar estrategias efectivas de intervención.

OBJETIVO 2

OBTENER CONOCIMIENTO SOBRE RUTAS DE EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS Y SUS NIVELES EN MUJERES EMBARAZADAS QUIENES FORMAN PARTE DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL BANANO Y PLÁTANO, Y ENTENDER CÓMO EXPOSICIONES PRENATALES A PLAGUICIDAS AFECTAN EL NEURODESARROLLO DE SUS RECIÉN NACIDOS

DISEÑO DEL ESTUDIO

Para adquirir conocimientos acerca de los niveles de exposición a plaguicidas en las mujeres embarazadas del cantón de Matina y para entender cómo la exposición a pesticidas prenatal puede afectar a la salud y el desarrollo neurológico de sus recién nacidos, establecimos una cohorte de nacimientos en el cantón de Matina entre julio de 2010 y diciembre de 2011. Damos seguimiento a esta cohorte hasta marzo del 2013. Esta cohorte incluyó a 452 mujeres embarazadas con el objetivo de conocer las concentraciones de plaguicidas y manganeso en muestras de orina, sangre y pelo en estas mujeres y entender cómo estas exposiciones prenatales pueden afectar el crecimiento y neurodesarrollo de sus recién nacidos quienes seguimos hasta que cumplieron 1 año de edad. El manganeso se incluyó en los análisis porque mancozeb, el plaguicida más utilizado en las plantaciones de banano, contiene un 20% de manganeso. Además, para explorar vías de exposición medimos plaguicidas y manganeso en muestras agua potable tomadas en un subgrupo de mujeres quienes participan en el estudio de cohorte. También medimos las concentraciones de plaguicidas en muestras de aire tomadas en doce escuelas primarias del Cantón de Matina.

Los hallazgos iniciales, provenientes de los muestreos ambientales y biológicos, muestran cuales son posibles rutas de exposición ambiental, y cuales factores ambientales, ocupacionales y generales inciden sobre la exposición a plaguicidas y cómo las exposiciones prenatales se relacionan con el neurodesarrollo infantil medido al 1 de edad.

RUTAS DE EXPOSICION AMBIENTAL

En el aire hay presencia de diferentes plaguicidas: el insecticida clorpirifos (utilizado en las bolsas celestes para proteger la fruta del banano) se detectó tanto en el aire de las escuelas inmersas como en el aire de escuelas no-inmersas. Sin embargo, en el aire de las escuelas inmersas las concentraciones en promedio fueron casi cinco veces más altas: 9.5 ng/m³ (p25=6,7; p75=12.3) versus 2.0 ng/m³ (p25=0.5; p75=2.9) (p <0.001 Wilcoxon / Kruskal-Wallis), respectivamente.

Para el 90% de las muestras de las escuelas inmersas y el 67% de las muestras de las escuelas no-inmersas, fue detectado uno de los nematicidas o sus metabolitos (etoprofos, terbufos, terbufo- sulfon), (Fisher's exact Test $p=0.16$). Los niveles de los nematicidas tendían ser más altos para las escuelas inmersas, ya que se pudieron cuantificar más a menudo; en un 71% de las mediciones de las escuelas inmersas verso un 33% de las escuelas no inmersas (Fisher's exact Test $p=0.08$).

Los fungicidas pirimetanil y fenprofimorph, que son aplicados usando avionetas, se detectaron con mayor frecuencia en el aire ambiental de escuelas inmersas verso no-inmersas (Fisher's exact Test $p=0.004$ y $p=0.08$, respectivamente. Por otro lado, el insecticida diazinone, se detectó con más frecuencia en los pueblos no-inmersos (Fisher's exact Test $p=0.01$), lo cual se puede explicar ya que uno de los dos poblados de referencia (Goshen), se encuentra a menos de 2 kilometros del cultivo de piña producido en el cantón de Siquirres.

Los resultados indican que sistemas de producción agrícola a gran escala, y con un intenso uso de plaguicidas genera una exposición ambiental. Varios plaguicidas logran dispersarse por el aire, ya que se encuentran a distancias relativamente largas (> 1 km de distancia).

En el agua, hay grandes diferencias en el suministro del agua potable entre diferentes poblados. Aunque la mayoría de los hogares se encontró conectado a sistemas de distribución municipales, los habitantes de algunos pueblos dependieron de pozos privados artesanales. De los 136 muestras tomadas en un primer muestreo, 17 tenían niveles detectables del metabolito del fungicida mancozeb Etilentiourea (ETU) ($>0.15 \mu\text{g/L}$), rango $0.16 - 0.44 \mu\text{g/L}$. En nueve de estas 17 fuentes de agua con niveles positivos, se usa el agua para tomar o cocinar. Los resultados indican que el ETU ha contaminado las aguas superficiales y subterráneas, y que las aguas subterráneas profundas también podrían contener niveles detectables de ETU.

Desde una perspectiva ambiental, la contaminación del agua ETU es preocupante, ya que el agua es esencial para vivir y difícil de renovar. Consideramos que es importante repetir y ampliar el estudio sobre la calidad del agua para confirmar y profundizar en estos hallazgos. **Sin embargo, el agua potable no parece ser una ruta principal de exposición para ETU en la población de estudio**, debido al hecho que las concentraciones de ETU en muestras de orina de las mujeres embarazadas fueron aproximadamente 20 veces más altas. La vida media de ETU en aguas naturales se estima ser 1 a 4 días, después el ETU se hidroliza en etilenurea (UE) y hidantoína (Xu S, 2000). Lo anterior indicar que otras vías de exposición, tales como el aire, la absorción dérmica, o alimentos determinan la exposición ETU en mujeres embarazadas.

Como el fungicida mancozeb contiene aproximadamente un 20% de manganeso, las 136 muestras de agua usada para consumo humano también fueron analizadas por manganeso (Hernández, 2011). Para el agua usada para tomar o cocinar ($n=111$), 93 de las muestras tenían concentraciones detectables de manganeso ($\geq 0.03 \mu\text{g/L}$). Después de realizar un análisis de agrupación (Recursive Partitioning JMP 5.1), se encontraron las concentraciones más altas en pozos artesanales de 4 Millas y Goshen y en el sistema de la finca bananera Bananita con un promedio de $303.4 \mu\text{g/L}$ (D.E. 132.1). Por lo general, las muestras de agua proveniente de acueductos tenían niveles más bajos.

No está claro si las fumigaciones aéreas con mancozeb han contaminado el agua o si el manganeso naturalmente está presente el ambiente de Matina. Una leve correlación entre los niveles de ETU y manganeso

en agua (r de Spearman=0.24, $p=0,01$), sugiere que la contaminación por manganeso en parte es por las fumigaciones aéreas con mancozeb. Estos hallazgos justifican la necesidad del estudio para comprender las fuentes del Mn a través del mancozeb y sus efectos en el neurodesarrollo de los niños que se exponen durante sus etapas pre y pos natal.

RUTAS DE EXPOSICION AMBIENTAL

En el aire hay presencia de diferentes plaguicidas: el insecticida clorpirifos (utilizado en las bolsas celestes para proteger la fruta del banano) se detectó tanto en el aire de las escuelas inmersas como en el aire de escuelas no-inmersas. Para el 90% de las muestras de las escuelas inmersas y el 67% de las muestras de las escuelas no-inmersas, fue detectado uno de los nematocidas o sus metabolitos (etoprofos, terbufos, terbufo- sulfon), (Fisher's exact Test $p=0.16$). Los niveles de los nematocidas tendían ser más altos para las escuelas inmersas, ya que se pudieron cuantificar más a menudo; en un 71% de las mediciones de las escuelas inmersas verso un 33% de las escuelas no inmersas (Fisher's exact Test $p=0.08$). Los fungicidas pirimetanil y fenprofimorph, que son aplicados usando avionetas, se detectaron con mayor frecuencia en el aire ambiental de escuelas inmersas verso no-inmersas (Fisher's exact Test $p=0.004$ y $p=0.08$, respectivamente. Por otro lado, el insecticida diazinone, se detectó con más frecuencia en los pueblos no-inmersos (Fisher's exact Test $p=0.01$), lo cual se puede explicar ya que uno de los dos poblados de referencia (Goshen), se encuentra a menos de 2 kilometros del cultivo de piña producido en el cantón de Siquirres.

Los resultados indican que sistemas de producción agrícola a gran escala, y con un intenso uso de plaguicidas genera una exposición ambiental. Varios plaguicidas logran dispersarse por el aire, ya que se encuentran a distancias relativamente largas (> 1 km de distancia).

En el agua que las mujeres participantes de la cohorte consumen, hay grandes diferencias en cuanto al suministro del agua potable entre diferentes poblados. Aunque la mayoría de los hogares se encontró conectada a sistemas de distribución municipales (78%), un 16% de las mujeres de la cohorte dependieron de pozos privados artesanales y un 6% de otras fuentes como cisternas, río, agua de lluvia. De los 136 muestras tomadas en un primer muestreo, 17 tenían niveles detectables del metabolito del fungicida mancozeb etilentiourea (ETU) (>0.15 $\mu\text{g/L}$), rango 0.16 – 0.44 $\mu\text{g/L}$. En nueve de estas 17 fuentes de agua con niveles positivos, se usaba el agua para tomar o cocinar. Los resultados indican que el ETU ha contaminado las aguas superficiales y subterráneas, y que las aguas subterráneas profundas también podrían contener niveles detectables de ETU.

Es preocupante la contaminación del agua con ETU y es importante repetir el estudio para confirmar los resultados encontrados y profundizarlo. **Sin embargo, el agua potable no parece ser una vía de exposición principal de ETU para la población en el cantón de Matina, ya que las concentraciones urinarias encontradas en las mujeres embarazadas son mucha más altas.** Lo anterior indica que otras vías de exposición como el aire, absorción dérmica, o por alimentos determinan la exposición a ETU de las mujeres embarazadas.

136 muestras de agua usada para consumo humano también fueron analizadas por manganeso (Hernández, 2011). Para el agua usada para tomar o cocinar ($n=111$), 93 de las muestras tenían concentraciones

detectables de manganeso ($\geq 0.03 \mu\text{g/L}$). Después de realizar un análisis de agrupación (Recursive Partitioning, JMP 5.1), se encontraron las concentraciones más altas en pozos artesanales, como por ejemplo los de 4 Millas, Goshen y en el sistema de la finca bananera Bananita, con un promedio de $303.4 \mu\text{g/L}$ (D.E. 132.1). Por lo general, las muestras de agua proveniente de acueductos tenían niveles más bajos.

No está claro si las fumigaciones aéreas con mancozeb han contaminado el agua o si el manganeso naturalmente está presente en el ambiente de Matina. Una leve correlación entre los niveles de ETU y manganeso en agua (r de Spearman = 0.22, $p = 0.01$), posibilitan que la contaminación por manganeso en parte es por las fumigaciones aéreas con mancozeb. Estos hallazgos justifican la necesidad del estudio para comprender las fuentes del Mn a través del mancozeb y sus efectos en el neurodesarrollo de los niños que se exponen durante sus etapas pre y pos natal.

NIVELES DE PLAGUICIDAS Y SUS METABOLITOS EN MUJERES EMBARAZADAS

Durante el primer, segundo y tercer trimestre de embarazo, recogimos muestras de orina, sangre, y cabello de 452 mujeres; 445 mujeres donaron por lo menos una muestra de orina: 440 mujeres durante la visita de inclusión, 330 mujeres durante la segunda visita prenatal, y 102 durante la tercera visita prenatal (van Wendel de Joode et al., en preparación). Las muestras de orina fueron analizadas por ETU. En promedio, los niveles fueron similares para los tres trimestres de embarazo. Las concentraciones urinarias del ETU variaron más entre diferentes momentos de medición que entre mujeres, lo que refleja la influencia de actividades como la fumigación aérea de mancozeb. Hubo una fuerte asociación entre la distancia residencial a las plantaciones bananeras y el nivel del ETU detectado en las muestras de orina ($p < 0.0001$). Las mujeres que trabajaban en la agricultura tenían concentraciones de ETU que fueron mayores (estadísticamente significativas) en comparación con aquellos que no lo hicieron (GM 3.7 frente a $2.9 \mu\text{g ETU/g.cr}$, $p = 0.006$). Las mujeres que lavan la ropa de trabajo en el día y/o el día anterior a la toma de muestras, también tuvieron concentraciones de ETU urinario mayores estadísticamente significativas (GM 3.4 frente a $2.8 \mu\text{g ETU / g.cr}$, $p = 0.0006$). Las mujeres que informaron actividades de fumigación aérea en las inmediaciones de su casa el día de la toma de muestras tenían niveles más altos en comparación con las mujeres que no lo hicieron (GM = 3.4 frente a $2.9 \mu\text{g ETU/g.cr}$, $p = 0.006$).

Se estimó que para más del 75% de las mujeres embarazadas su IDE (ingesta diaria estimada) estaba por encima de la dosis de referencia crónica considerada como segura, establecida por Agencia Protectora del Ambiente de los Estados Unidos.

En 80 muestras analizamos metabolitos adicionales. Los resultados indicaron que algunas mujeres tenían concentraciones orinarias altas del metabolito del clorpirifos (el 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCPy)), y del OH-T (hidroxi-tiabendazol, metabolito de tiabendazole); fueron las mujeres que trabajaron en las empacadoras de las fincas bananeras durante su embarazo. En seres humanos, la exposición prenatal a clorpirifos ha sido asociada con efectos sobre el neurodesarrollo infantil, mientras el tiabendazole ha sido asociado con efectos teratogénicos en estudios de animales.

Por otra parte, los resultados sobre el Mn muestran que:

- Las concentraciones en manganeso en sangre son las más altas reportadas para mujeres embarazadas con la misma edad gestacional (Mora et al, en preparación). Las concentraciones de manganeso en cabello son similares a concentraciones medidas en el cabello de mujeres viviendo cerca de una planta de ferromanganeso en Brasil (Menezes-Filho et al. 2011)
- La exposición a manganeso parece provenir, parcialmente del fungicida mancozeb ya que: a) Mujeres que viven a menos de 50 metros de plantaciones de banana tienen concentraciones de Mn en cabello más altas (n=112) comparado con otros (n=331) (mediana: 2.43 µg/g vs 1.62 µg/g, $p<0.001$ Wilcoxon / Kruskal Wallis Test (Rank sums)); b) Para las que viven más cerca de las plantaciones, 46.4% tienen concentraciones en cabello de Mn por encima de 3 µg/g comparado con 26.1% de las que viven más lejos; c) Mujeres quienes tiene un cónyuge que trabaja en una finca bananera tienen niveles más altas de manganeso en pelo en comparación con las mujeres que no (mediana: 1.85 µg/g vs 1.31 µg/g, $p<0.001$ Wilcoxon / Kruskal Wallis Test (Rank sums); d) Los niveles de manganeso en pelo se correlacionan muy ligeramente con los niveles de ETU en orina (r de Spearman=0.14, $p=0.0001$).

En diferencia al ETU, las concentraciones de Mn en cabello se correlacionan significativamente con las concentraciones de Mn en agua para tomar (Spearman's $r=0.45$, $p<0.0001$). Aparentemente, el agua es una mayor ruta de exposición manganeso. Lo anterior, se puede explicar debido a que el Mn es un metal que es bastante estable en agua, permitiendo que las concentraciones se incrementen. De forma contrario, el ETU fácilmente se hidroliza en agua, resultando en su descomposición.

EVALUAR EFECTOS NEUROLOGICOS Y DEL NEURODESARROLLO

Para los 356 niños evaluados a los 12 meses de edad, resultados preliminares de la escala Bayley para la infancia y el desarrollo de la niñez (3rd edición), demuestran una relación inversa entre las concentraciones urinarias del ETU en la orina materna durante el embarazo (primera muestra) y la cognición en los niños varones.

Se encontró una relación inversa significativa entre la concentración del Mn en cabello materno durante el embarazo y la escala de cognición en las niñas y la escala del comportamiento social y emocional en los niños varones.

OBJETIVO 3

LOGRAR UNA REDUCCIÓN DEL USO DE PLAGUICIDAS Y DE LA EXPOSICIÓN EN COMUNIDADES CON DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL BANANO Y PLÁTANO PONIENDO A PRUEBA DIFERENTES ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LOS RIESGOS ...

RELACION COSTO-BENEFICIO PRACTICAS AGROECOLOGICAS VS CONVENCIONALES

Organizamos reuniones con el cultivo de plátano y las organizaciones de mujeres indígenas. Los miembros de cada organización seleccionaron su representante en el proyecto. Estos agricultores acordaron manejar un cuarto de hectárea con prácticas agro-ecológicas, el cual se marcó. Cada productor(a) continuó para el resto de su finca con el manejo convencional, usando agroquímicos. En la parte convencional de la finca se marcó un segundo cuarto de hectárea. Además, para poder comparar los dos sistemas de producción, se marcó un área más pequeña de 10 m² en cada parcela y se realizaron mediciones para controlar plagas (Sigatoka Negra, nematodos, picudo) y la calidad del suelo.

Los resultados demuestran, que es necesario un periodo de inversión entre 2 y 3 años, antes de que una parcela orgánica logre tener ganancias similares a una parcela convencional. También se puede observar que los márgenes de ganancia son muy pequeños. Lo anterior, parcialmente se explica debido a que al iniciar las parcelas, factores como las inundaciones y fuertes vientos afectaron las parcelas que debieron ser recuperadas.

Es importante indicar que en la parcela agroecológica el costo de los insumos orgánicos fue cubierto por el proyecto.

CONTROL DE MYCOSPHAERELLA FIJENSIS (SIGATOKA NEGRA)

Durante 12 meses aproximadamente se evaluó el comportamiento de la Sigatoka Negra, en las parcelas de plátano con control agroecológico y convencional. La comparación entre las parcelas agroecológicas y convencionales se basó en el cálculo del promedio en el porcentaje de daño de la hoja 4 y la hoja 5. Estadísticamente los datos se analizaron utilizando la prueba χ^2 de Pearson, pudiendo observar si existen diferencias entre un tipo de parcela convencional y la agroecológica.

Para las parcelas ubicadas en el territorio indígena, se observó que los valores para la hoja 4 y 5 no sobrepasan el 10% del área foliar enferma. El porcentaje de daño de la parcela orgánica fue similar a la de la parcela convencional ($p=0,8340$), demostrando que las prácticas agroecológicas para el control de esta enfermedad como lo son la aplicación del abono foliar con microorganismos eficientes (EM) muestran que constituyen una alternativa real uso de plaguicidas químicos para el control de la Sigatoka.

En las parcelas ubicadas fuera del territorio indígena, la hoja 4 y 5 presenta en promedio mayor porcentaje de daño para la parcela agroecológica. Esto podría deberse a la situación explicada anteriormente, ambas parcelas fueron afectadas por las inundaciones, además esta parcela cuenta con menor cobertura de sombra en comparación con las fincas de los otros productores. Aún así, el porcentaje de daño en estas parcelas agroecológicas es relativamente bajo, y es poco probable que afecte la producción.

Estos resultados evidencian que prácticas agro-ecológicas y culturales como la aplicación de microorganismos eficientes (EM) controlan eficazmente la enfermedad Sigatoka, y constituyen una alternativa viable y sana para los plaguicidas químicos.

POBLACIONES DE NEMATODOS

El estudio de nemátodos se basó en la variación en el tiempo de las poblaciones para las especies encontradas en los muestreos realizados en las parcelas de los cuatro productores. En las cuatro parcelas se encontraron mayormente poblaciones de *Radopholus similis*, *Helicotylenchus sp.*, *Meloidogyne sp.*, y *Pratylenchus sp.*

Los resultados demuestran que la composición de la población de fitonematodos presentes en el sistema radical de plátano provenientes de las 4 parcelas agroecológicas en estudio son bajas, menores a 1000 fitonematodos por 10 g de raíces y no llegan a los niveles críticos de 1000 o 2000 nematodos en 10 g de raíces (10000 a 20000 nematodos en 100 g de raíces). Los resultados demuestran que manejo agro-ecológico combate de forma efectiva los nematodos y que no hace falta aplicar los nematicidas altamente tóxicos para controlar esta plaga. Incluso, el análisis por cada productor muestra que las poblaciones de nematodos a través del tiempo son menores en las parcelas con manejo agroecológicas en comparación con el manejo convencional.

El análisis de la variación en la población de nematodos demuestra que la aplicación de técnicas y prácticas del manejo agroecológico dan los resultados esperados en cuanto a la disminución en estas poblaciones, estos resultados concuerdan con la literatura en que la incorporación constante de enmiendas orgánicas promueve la sanidad y el vigor de las raíces en cultivos de musáceas.

Los resultados de nuestro proyecto evidencian que en las fincas de plátano con producción a pequeña escala no es necesario aplicar plaguicidas altamente tóxicos para controlar nematicidas.

CONTROL DE COSMOPOLITES SORDIDUS (PICUDO)

Las poblaciones de picudo encontradas en el muestreo fueron bajas. En total se realizaron cuatro muestreos cada tres meses (en la parcelas ubicadas fuera del territorio indígena) y cinco muestreos cada tres meses (en las parcelas del territorio indígena).

PRINCIPALES LOGROS EN TÉRMINOS DE ALCANCES

RESULTADOS DEL DESARROLLO - ALCANCES

1. MIEMBROS DEL EQUIPO ISA APORTAN A UNA COMPRENSIÓN MÁS INTEGRAL DE LA PROBLEMÁTICA EN ESTUDIO.

Se observa un avance importante en el desarrollo de capacidades del equipo ISA, incluyendo a los colaboradores de organizaciones comunitarios y gubernamentales (CCSS), en la comprensión integral de la problemática y en la integración de nuevos conocimientos. A través de la formación y la comprensión del problema que el equipo ha desarrollado, los miembros del equipo son capaces de integrar y vincular actividades, lo que fortalece y profundiza los conocimientos existentes y nuevos conocimientos, generando un aprendizaje significativo a nivel académico, comunitario y político.

2. LAS ORGANIZACIONES COMUNITARIAS DE 4 MILLAS IDENTIFICAN LA IMPORTANCIA DE INTRODUCIR CAMBIOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

A través del trabajo con los miembros de asociaciones comunitarias de la comunidad de 4 Millas en Matina, se ha logrado que un grupo representativo de la comunidad se organice para implementar acciones tendientes a mejorar las condiciones de calidad de agua.

En las sesiones de trabajo los miembros han expresado su reconocimiento de que trabajar de forma participativa y en conjunto permite unir esfuerzos y generar acciones para la búsqueda del bien común. Reconocen también que la comunidad como actor social es quien debe promover y gestionar un cambio

3. LAS ORGANIZACIONES COMUNITARIAS DE 4 MILLAS HAN COMENZADO A BUSCAR ACTIVAMENTE APOYO GUBERNAMENTAL PARA IMPLEMENTAR MEJORAS EN LA CALIDAD DE AGUA DE SUS COMUNIDAD

En marzo de 2013, líderes comunitarios de 4 Millas, gestionaron y lograron ante el Instituto de Acueductos y Alcantarillados una visita técnica al pozo actualmente perforado de la comunidad.

En espera de los resultados del segundo muestreo de agua realizado en abril de 2013, representantes de la comunidad han decidido gestionar ante esta institución una solución para el abastecimiento de agua.

El aporte de trabajar con un Enfoque Ecosistémico en Salud Humana ha sido un gran aporte para el desarrollo de capacidades en el equipo ISA, logrando un acercamiento a las comunidades y grupos, consolidando relaciones de colaboración y una visión compartida como respuesta ante las problemáticas que se plantean en conjunto.

4. EN MATINA 450 FAMILIAS Y ORGANIZACIONES COMUNITARIAS (ASADAS) Y GUBERNAMENTALES SE HAN SENSIBILIZADO SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE LOS PLAGUICIDAS

A través del trabajo con la cohorte, las mujeres que participaron en el estudio y sus familias fueron sensibilizadas por el problema de los plaguicidas. Estas mujeres muestran un interés por seguir participando en el estudio. Otros grupos organizados como las ASADAS expresaron su interés en conocer más sobre los resultados del estudio.

Instituciones gubernamentales, como el Ministerio de Salud, El Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y el MEP han mostrado su interés en conocer los resultados del estudio y han solicitado al proyecto una presentación de sus resultados la comisión interinstitucional que está integrada por estas y otras instituciones del Estado.

5. LOS PRODUCTORES DE PLATANO QUE PARTICIPAN EN EL PROYECTO APORTAN A UNA COMPRENSIÓN MÁS INTEGRAL SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS

Los productores y la productora que participan del proyecto validando prácticas agroecológicas se integraron como parte del equipo, discuten abiertamente y aportan con sus observaciones sobre el funcionamiento y práctica del manejo agroecológico. A través de talleres (el más reciente realizado del 20 al 23 de mayo de 2013), los productores comparten su opinión sobre el uso de alternativas para disminuir químicos y se comprometen a ser difusores de las lecciones aprendidas y la promoción de las prácticas agroecológicas hacia otros productores.

6. LOS PRODUCTORES DE PLATANO ESTABLECEN SUS PROPIAS ALIANZAS PARA CONTINUAR IMPLEMENTANDO, PROBANDO Y DESARROLLANDO MÉTODOS PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO

Los productores de Paraíso establecen sus propias alianzas para continuar aprendiendo y buscando alternativas agroecológicas, observando los beneficios que la implementación de estas prácticas tiene para su producción a través del proyecto. Alianzas con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y el involucramiento con proyectos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), propician que la validación e implementación de prácticas agroecológicas se sostengan en el tiempo, aún cuando el proyecto ISA no pueda brindar un acompañamiento directo a los productores.

7. EL HIJO DE UNA PRODUCTORA DECIDE CAMBIAR EL MANEJO DE TODO SU CULTIVO IMPLEMENTANDO PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS Y SE COMPROMETE CONSTITUIRSE EN EJEMPLO PARA OTROS PRODUCTORES

El hijo de la productora Damaris Canales (territorio indígena) decidió extender el manejo agroecológico a la parcela entera. Este joven productor quien se encarga del mantenimiento y de la producción de plátano, decidió en agosto de 2012 cambiar progresivamente el área que se estaba utilizando para comparar los métodos convencionales, hacia un manejo agroecológico. Él observó los mismos resultados en la producción

mientras la inversión es menor porque él mismo empezó a elaborar los insumos agroecológicos para combatir plagas y fermentar la tierra. Actualmente su finca tiene un manejo sin uso de plaguicidas, Los resultados de la evaluación de Sigatoka y de nematodos demuestran que esta finca muestra una diferencia hacia la conversión de una finca orgánica es posible, disminuyendo así el uso de plaguicidas.

8. A NIVEL REGIONAL INSTITUCIONES ESTATALES COMO LA CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL, CONFIRMAN SU COMPROMISO Y APOYAN AL PROYECTO ISA PARA DAR CONTINUIDAD AL TRABAJO REALIZADO CON LOS ASISTENTES DE ATENCION PRIMARIA EN SALUD (ATAPS) EN EL PROCESO DE DIFUSIÓN Y PROMOCION HACIA LAS COMUNIDADES

En mayo de 2013, el proyecto ISA retomó el compromiso adquirido con los ATAPS en la formación y trabajo conjunto para desarrollar actividades de difusión y promoción en el tema de plaguicidas. Tanto el director de la Caja Costarricense de Seguro Social de la región Talamanca (quien ahora es el director a nivel regional) como el nuevo director en la zona de Talamanca, expresaron su interés en continuar esta colaboración y dieron su aval para continuar planificando con los ATAPS, permitiendo a los mismos dedicar tiempo para las actividades de formación que el proyecto ISA ha propuesto y su disposición de tiempo para que durante las visitas domiciliarias los ATAPS puedan recolectar información sobre el uso, comportamientos y conocimientos de los plaguicidas. Este cuestionario está siendo diseñado de forma conjunta con los ATAPS, propiciando que su motivación y apropiación del tema les permita incluirlo como un mensaje permanente en la promoción de salud a las comunidades de la zona alta de Talamanca.

9. EL EQUIPO ISA INTEGRA DIFERENTES AREAS DEL CONOCIMIENTO PARA EL ESTUDIO Y COMPRENSION DEL PROBLEMA IDENTIFICADO EL USO, PERCEPCION Y ALTERNATIVAS AL USO DE PLAGUICIDAS

Durante la ejecución del proyecto, los miembros del equipo han integrado nuevas áreas del conocimiento y han aprendido a complementar diferentes disciplinas para lograr una comprensión conjunta del problema en estudio. Los integrantes del equipo han logrado acercarse a grupos comunitarios e integrar sus saberes en la comprensión de su realidad, promoviendo procesos participativos en la búsqueda de soluciones e intervenciones. Ejemplo de ellos es el trabajo realizado en comunidades como 4 Millas en el cantón de Matina, el trabajo con los ATAPS en el cantón de Talamanca. Esta forma de trabajo ha logrado en la práctica un acercamiento a la transdisciplinariedad que caracteriza un proyecto que trabaja bajo un enfoque Ecosistémico en salud humana.

IMPACTOS DEL PROYECTO

IMPACTO 1: EL TEMA DE PLAGUICIDAS EN LA AGENDA DE LA CCSS DE TALAMANCA

ISA ha logrado a través de la colaboración con la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) en la región de Talamanca, que esta institución brinde apoyo para la formación de los Asistentes Técnicos de Atención

Primaria en Salud (ATAPS). Después de dos años de realizar actividades para de capacitación y divulgación hacia las comunidades en conjunto con los ATAPS, la dirección de la institución ha expresado su interés e inquietud por incluir el tema de plaguicidas y la situación de salud en torno a este problema en el Análisis Integral de Atención en Salud.

IMPACTO 2: SOSTENIBILIDAD DEL PROGRAMA ISA

El proyecto ISA, se convirtió en un Programa del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) vigente hasta el año 2016, es un logro importante que a pesar de la finalización del financiamiento del proyecto del IDRC, se sigue dando seguimiento a los objetivos del programa, y ciertas actividades siguen ejecutándose tanto en Matina como en Talamanca

IMPACTO 3: VISIBILIZACION DEL TEMA DE PLAGUICIDAS COMO PROBLEMÁTICA DE SALUD Y AMBIENTE E INICIO DE LA REDUCCIÓN DEL USO DE PLAGUICIDAS

A nivel poblacional, el tema de plaguicidas se ha visibilizado como una problemática a través de un proceso de investigación y extensión constante el Cantón de Talamanca, desde el año 2006 cuando se inició por primera vez el trabajo en este Cantón.

IMPACTO 4: SENSIBILIZACION DE DIFERENTES ACTORES SOCIALES SOBRE EL TEMA DE PLAGUICIDAS

A nivel del gobierno local, se ha puesto de manifiesto que los plaguicidas representan un problema de salud y ambiente. Representantes del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA) reconocen que los plaguicidas son un contaminante del agua, a través de los muestreos de agua realizados por el proyecto, el Ministerio de Salud solicitó información sobre los avances del estudio y propuso que los hallazgos fueran presentados en una comisión inter institucional constituida a nivel local por diferentes instituciones del Estado.

Los gobiernos indígenas han reconocido que los plaguicidas forman un problema en el territorio indígenas y están tomando iniciativas para promover la reducción del uso de plaguicidas y fomentar la producción agro-ecológica.

OBJETIVO 1

ENTENDER EL CONTEXTO SOCIO-ECONÓMICO Y ECOLÓGICO DE ACTUALES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL BANANO Y PLÁTANO, CÓMO ESTE CONTEXTO SE RELACIONA CON EL USO DE, Y LA EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS, Y CÓMO DIFERENTES ACTORES SOCIALES PERCIBEN LOS RIESGOS Y LAS ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LOS RIEGOS

2 artículos publicados, 2 artículos en proceso de publicación, 1 informe técnico, 1 informe de proyecto de graduación de bachillerato, 1 tesis de maestría, 1 propuesta de tesis de doctorado,

1. *Pesticide use in banana and plantain production and risk perception among local actors in Talamanca, Costa Rica.* **Barraza D, Jansen K, van Wendel de Joode B, Wesseling C.** Environmental Research 111 (2011) 708–717.
2. *Social movements and risk perception: Unions, Churches, Pesticides and Bananas in Costa Rica.* **Barraza D, Jansen K, van Wendel de Joode B, Wesseling C.** International Journal of Occupational and Environmental Health. 2013 January 2013 VOL. 19 N°. 1.
3. *Pesticide risks perception among education workers/ school personnel in the banana region of Limón, Costa Rica.* **Barraza D et al.** Artículo en proceso, será sometido en la revista Risk Analysis.
4. *“Percepción de la relación trabajo y salud de trabajadores y trabajadoras bananeras y sus familias en el cantón de Matina, Costa Rica 2009-2010”.* **Camilo Cano JC et al.** Artículo en proceso.
5. *“Análisis general del cantón de Talamanca como base para el desarrollo de la etapa de validación de alternativas agroecológicas al uso de agroquímicos en el cultivo de plátano”* **Díaz M.** Informe técnico 2 Infantes y Salud Ambiental (ISA-02), Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional, 2011.
6. *“El uso de las bolsas plásticas tratadas con el insecticida clorpirifos en la producción de plátano en los territorios indígenas Bribri – Cabécar.* **Carranza J.** Informe final de Práctica Dirigida para optar por el título de Bachiller en Manejo de Recursos Naturales, Universidad Estatal a Distancia, Setiembre 2011.
7. *“Grasping the blue bags - A settings approach to perceptions on chlorpyrifos-treated bags in plantain production (Costa Rica)”.* **Wentink C.** Thesis MSc. Health and Society, Wageningen University, Netherlands April 2012.
8. *“From ecosystem services to ecosystem benefits: Managing trade-offs in human well-being in agricultural communities in Costa Rica”* **Berbés-Blázquez M,** PhD Thesis Proposal, 2011, University of York, Canadá.

OBJETIVO 2: OBTENER CONOCIMIENTO SOBRE RUTAS DE EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS Y SUS NIVELES EN MUJERES EMBARAZADAS QUIENES FORMAN PARTE DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL BANANO Y PLÁTANO, Y ENTENDER CÓMO EXPOSICIONES PRENATALES A PLAGUICIDAS AFECTAN EL NEURODESARROLLO DE SUS RECIÉN NACIDOS

1 artículo publicado y 2 artículos en preparación, 2 proyectos de graduación de bachillerato, 1 tesis de maestría y 2 anteproyectos de tesis de doctorado

1. *Indigenous children living nearby plantations with chlorpyrifos-treated bags have elevated 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPy) urinary concentrations.* **Van Wendel de Joode B, Barraza** Environmental Research 117 (2012) 17–26
2. *Aerial application of mancozeb is associated with elevated urinary ethylene thiourea (ETU) concentrations in pregnant women: the Infant Environmental Health Study (ISA).* **Van Wendel de Joode B et al.** En preparación.
3. *Blood and hair manganese concentrations in pregnant women living near banana plantations in Costa Rica: results from the ISA study.* **Mora AM et al.** en preparación.
4. *Drinking water and pesticides in banana growing areas Contamination of water sources with ethylenethiourea (ETU) in Matina County, Costa Rica.* **Skytt A.** Environmental Science Degree project, Bachelor of Science, Lund University, Sweden, 2011.
5. *Caracterización de sistemas de agua y evaluación por posible contaminación con plaguicidas en aguas para consumo humano. Matina, Limón. En una muestra de mujeres que forman parte del Programa Infantes y Salud Ambiental (ISA).* Práctica Profesional Supervisada del Bachillerato en Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Escuela de Ciencias Ambientales. **Hernández Viquez C,** Heredia, noviembre 2011.
6. “Propuesta de tecnología limpia para disminuir los niveles de manganeso en agua provenientes de pozos, comunidades de 4 Millas, Goshen y Bananita, Matina”. Licenciatura en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Costa Rica. **Claudia Hernández.** Está ejecutando su trabajo final de graduación para optar por el grado de licenciatura en Gestión Ambiental. 2013.
7. *Evaluación de la exposición ambiental por plaguicidas en 12 escuelas del Cantón de Matina.* **Córdoba, L.** Maestría en Salud Pública, Universidad de Costa Rica. en preparación.
8. *Impact of the quality of caregiver-child interactions on neurodevelopmental outcomes in infants prenatally exposed to pesticides in banana-growing areas in Costa Rica.* **Dudani A.** PhD candidate, Psychology (Clinical-developmental) Supervisor: Dr. Christine Till. May 15th, 2012.
9. PhD Thesis in Epidemiology. **Mora AM** University of California at Berkeley, United States of America. Supervisor: Prof Dr. Brenda Eskenazi. En preparación.

7 Materiales informativos disponibles en <http://www.isa.una.ac.cr>

1. *Alternativas para UNA producción limpia de plátano en Talamanca*
2. *Contacto con plaguicidas y efectos en la salud respiratoria de las mujeres del territorio indígena*
3. *Cuidado con los plaguicidas*
4. *Elaboración de abono foliar orgánico*
5. *Elaboración de abono orgánico sólido o tierra fermentada*
6. *Material informativo: los plaguicidas*
7. *Resultados del estudio: los plaguicidas y sus efectos sobre la salud*

OBJETIVO 3: LOGRAR UNA REDUCCIÓN DEL USO DE PLAGUICIDAS Y DE LA EXPOSICIÓN EN COMUNIDADES CON DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL BANANO Y PLÁTANO ...

1 informe técnico: *Condiciones del suelo y poblaciones de nemátodos en cinco parcelas demostrativas en las comunidades de Shiroles y Paraíso, Talamanca*. Informe técnico 1 Infantes y Salud Ambiental (ISA-01), Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional, Díaz M, Peraza W, Córdoba C, van Wendel de Joode B, Mayo, 2011.

1 Informe final de la práctica profesional supervisada del bachillerato en Agronomía: *Plan integral para el manejo agroecológico de plantaciones de Plátano (Musa sp.) en la zona de Talamanca, Limón*. Víquez R. Diciembre 2012.

4 parcelas que continúan en el estudio, segmentadas en 0.25 hectáreas para implementar y medir los resultados de práctica agroecológicas y 0.25 hectáreas para medir y comparar con los resultados de prácticas convencionales.

1 base de datos y análisis sobre el nivel que determina el porcentaje de daño presente en las hojas muestreadas.

1 base de datos y análisis de la comparación en el tiempo sobre el aumento o disminución de las poblaciones de nematodos de la parcela agroecológica en comparación con la parcela convencional.

1 base de datos y análisis del muestreo de picudo en las parcelas demostrativas y convencionales.

1 set de materiales informativos sobre alternativas para una producción de plátano limpia en Talamanca
http://www.isa.una.ac.cr/index.php?option=com_remository&Itemid=13&func=select&id=2

Promoción de alianzas que creen impacto político en medidas y estrategias para la reducción de riesgos, como lo son los gobiernos locales indígenas Bribri y Cabécar (ADITIBRI y ADITICA), la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) de Talamanca, Ministerio de Educación Pública.

OBJETIVO 4: FORTELECER LA CAPACIDAD PARA HACER INVESTIGACIONES CON UN ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN COSTA RICA DENTRO DEL CONTEXTO DE UN GRUPO DE INVESTIGADORES QUE COLABORAN A UN NIVEL INTERNACIONAL

Formación académica de seis miembros del equipo de trabajo ISA (co)supervisados por académicos de Holanda y los Estados Unidos:

- Douglas Barraza. Doctorado en Antropología Social, TAO Group. Universidad de Wageningen, Holanda.
- Ana María Mora. *“Prenatal mancozeb exposure, fetal growth and children’s neurodevelopment in Limón, Costa Rica”*. Doctorado, Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos.
- Juan Camilo Cano. *“Percepción de la relación trabajo y salud de trabajadores y trabajadoras bananeras y sus familias en el cantón de Matina, Costa Rica 2009-2010”*. Maestría en Salud Pública, Universidad de Costa Rica.
- Leonel Córdoba. *“Evaluación de la exposición por plaguicidas en 12 escuelas del Cantón de Matina”*. Maestría en Salud Pública, Universidad de Costa Rica.
- Rosario Quesada. Maestría en Epidemiología. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Claudia Hernández. *“Caracterización de sistemas de agua y evaluación por posible contaminación con plaguicidas en aguas para consumos humano, Matina, Limón en una muestra de mujeres que participan de la cohorte del Programa Infantes y Salud Ambiental (ISA)”*. Informe final de bachillerato. Licenciatura en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Costa Rica. Tutora Berna van Wendel. 2011.
- Claudia Hernández. *“Propuesta de tecnología limpia para disminuir los niveles de manganeso en agua provenientes de pozos, comunidades de 4 Millas, Goshen y Bananita, Matina”*. Licenciatura en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de Costa Rica. Proyecto en ejecución. Tutora Berna van Wendel.
- 7 tesis/proyectos de graduación adicionales de estudiantes desarrolladas en el contexto del proyecto ISA: **Hernández Víquez C , Víquez R, Carranza J, Berbés-Blázquez M, Dudani A, Wentink C , Goris K y**

Skytt A dentro del contexto de colaboraciones con académicos nacionales e internacionales de diferentes disciplinas y unidades académicas: Escuela Ciencias Agrarias y Escuela de Educación Ambiental ambas de la Universidad Nacional; Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica; la Universidad de York en Canadá; la Universidad de Wageningen en Holanda; la Universidad de Utrecht en Holanda; la Universidad de Lundh en Suecia.

DIFICULTADES, APRENDIZAJES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Existe un consenso en el equipo de que ISA ha logrado cumplir con sus objetivos propuestos, lecciones aprendidas constituyen una experiencia importante para siguientes etapas o proyectos similares.

La importante experiencia lograda en el Cantón de Talamanca, con la articulación de actores como la Caja Costarricense de Seguro Social y los grupos de productores, debería extenderse hacia el Cantón de Matina. Así como mantener las actividades iniciadas en Talamanca, donde el proyecto y su labor es reconocida por las organizaciones sociales, en Talamanca por ejemplo, se está fortaleciendo la articulación con el Corredor Biológico con quienes se comparte la visión de responder al problema de desechos y contaminación que generan las bolsas. Se ha realizado encuentros con otros grupos locales interesados en la problemática ambiental y en el desarrollo de la comunidad, ISA ha logrado un acercamiento con APPTA, Asociación de pequeños productores de Talamanca (<http://www.appta.org/j15/>) para establecer un convenio de colaboración que contemple la integración de productores interesados en continuar con la producción orgánica.

En el Cantón de Matina, existe la oportunidad de trabajar con organizaciones comunitarias, ya que se prevé la devolución de resultados de los muestreos de agua por ejemplo y se ha iniciado un contacto con organizaciones comunitarias como las ASADAS.

Al término de esta fase del programa, se reconoce que a nivel local hay más apertura por parte de las instituciones por establecer alianzas y trabajar conjuntamente, pero que a nivel regional y nacional hay más dificultad de lograrlo y que esto amerita un proceso con mayor tiempo en la ejecución de un proyecto, principalmente en uno donde los resultados científicos son evidencia crucial para acercarse a tomadores de decisiones de este nivel. Un reto importante, en este sentido, es que no todos comparten la misma visión y esa limitación se convierte en un reto al establecer vínculos y alianzas. Sin embargo, tenemos buenas posibilidades para trabajar conjuntamente con el Ministerio de Educación, las Asociaciones de Desarrollo Comunitario, las ASADAS, y con la CCSS, debido a que ya hemos ejecutado activadas a nivel regional, o debido a que representantes colaboradores de estas asociaciones, trabajan a nivel regional y nacional.

Lograr una visión conjunta, es también un proceso que requiere tiempo, trabajo en el campo, personal y recursos suficientes para estar de forma activa y completa cerca de los actores. ISA es, sin duda, un proyecto muy amplio que ha requerido un esfuerzo para hacer frente a sus múltiples obligaciones y esto es un factor a

considerar al tratar de cumplir con la línea del tiempo establecida de forma original, sin embargo ha logrado no solamente cumplir con las actividades propuestas, sino que ha logrado importantes alcances, articular esfuerzos y afianzar potenciales colaboraciones para continuar en el estudio de los plaguicidas y la salud humana, y la promoción de prácticas alternativas al uso de plaguicidas.

El proyecto superó una de las dificultades más importantes, el hecho de que no se contara con la colaboración de la Caja Costarricense de Seguro Social para la captura e inclusión de las mujeres que podían formar parte de la cohorte epidemiológica, no obstante, se logró hacer la inclusión con éxito, el seguimiento y la evaluación de los niños hasta el primer año de vida, constituyéndose en uno de los logros más importantes del programa.

Igualmente el programa tuvo logros muy importantes, por ejemplo las parcelas son más de lo que se había establecido, en lugar de dos productores, se logró la participación de cuatro productores para la implementación de prácticas agroecológicas.

EVALUACIÓN GENERAL Y RECOMENDACIONES

Este proyecto ha generado importantes nuevos conocimientos y experiencias enriquecedoras. Los resultados sobre los niveles ambientales y personales de exposición a plaguicidas y manganeso, y sus efectos en el desarrollo neurológico de los bebés son preocupantes y existe una clara necesidad de dar seguimiento a los hallazgos de este estudio. El proyecto nos ha permitido ampliar y profundizar conocimientos sobre las vías de exposición a plaguicidas y manganeso. Esto, junto con los resultados de los estudios sobre las percepciones de riesgo y contextos socio- económicos, nos permitió iniciar la promoción de intervenciones factibles. La reducción del riesgo causado por la exposición a plaguicidas es factible porque los resultados de los métodos de cultivo agroecológicos muestran que se puede controlar las plagas con productos naturales.

Los cambios toman tiempo y sólo se ha podido observar parcialmente durante la duración de este proyecto. Por lo tanto, para poder obtener un mayor impacto de los resultados del proyecto, **recomendamos al IDRC financiar una segunda fase.** Una segunda fase de proyecto, nos permitirá seguir trabajando con diversos grupos de la sociedad civil y representantes de instituciones gubernamentales el tema de las intervenciones, cuyo impacto debería ser evaluado.

Conforme transcurría la ejecución de actividades planificadas, el proyecto ha acumulado rica experiencia que surgieron en su convicción de generar y fortalecer relaciones y vínculos con grupos diversos en las comunidades, de las instituciones del Estado. La construcción de saberes fue una capacidad que los miembros del equipo fueron adquiriendo conforme trabajaban por una comunicación horizontal, respetuosa de la percepción y del conocimiento popular, lo que le permitió integrar conocimientos y proponer soluciones conjunta en respuesta a los problemas identificados. Ejemplo de ello ha sido la experiencia de trabajo en la comunidad de 4 Millas de Matina, el trabajo conjunto con los Asistentes Técnicos de Atención Primaria en

Salud (ATAPS), el trabajo participativo de los productores en la implementación de alternativas al uso de plaguicidas en Talamanca.

Esta forma de trabajo, bajo un enfoque participativo, le ha permitido al equipo comprobar en la práctica que el vínculo con la sociedad civil, es un punto clave para la gestión de soluciones y la búsqueda de una incidencia en cambios de comportamiento y prácticas. **Esto parece ser particularmente cierto para los países menos desarrollados con las regulaciones ambientales más débiles y menos implementadas en comparación con los países desarrollados.**

Los investigadores de ISA han demostrado ser un grupo que lucha por mantenerse en ejecución y donde la experiencia generada, le permitió obtener importantes ingresos de otras fuentes complementarias de financiamiento. Así como han obtenido el reconocimiento de otros grupos de investigación como por ejemplo por parte de John Benavides coordinador del Aula de investigación en Ecosalud, Medicina Social y Salud Pública del posgrado en Salud Pública y Seguridad Social de la Universidad Escuela de Administración de Negocios de Bogotá. John ha invitado a los investigadores de ISA a compartir sus experiencias con los estudiantes y otros académicos en eventos organizados por esta Universidad en varias ocasiones. Principalmente les ha interesado en como integramos el componente de salud con el de alternativas agroecológicas.

Al finalizar el proyecto, esperábamos contar con apoyo por parte del IDRC para desarrollar una segunda fase, constituyéndose en el principal reto actualmente, ya que muy pocas organizaciones financian proyectos integrales como lo es ISA, esto ha provocado que el equipo de trabajo está parcialmente desintegrándose, pues no hay recursos para mantenerlos. La coordinadora del Programa ISA se encuentra realizando gestiones en la Universidad Nacional (donde está adscrito como Programa) para mantener las actividades del proyecto y mantenerse como equipo.

Durante este periodo venidero, se ha establecido el objetivo de generar a través de publicaciones la evidencia científica que ha resultado de este programa, considerando que hay mucho interés en la región nacional e internacional por conocer los resultados.

A partir de esta evaluación, se recomienda al IDRC ofrecernos la posibilidad de desarrollar un proyecto específico dentro del Programa ISA para poder dar seguimiento a ciertas actividades y poder lograr un mayor impacto en la promoción de sistemas de producción de banano y plátano, sistemas que resultan ser más saludables para los seres humanos y el medio-ambiente que los sistemas convencionales. Igual se recomienda ofrecer apoyo para poder preparar materiales divulgativos para dar a conocer los resultados del proyecto a un nivel regional, e incluso internacional.